

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-112226
 (43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.CI. H02K 21/22
 H02K 1/27
 H02K 3/18

(21)Application number : 11-288449 (71)Applicant : MORIYAMA MANUFACTURING CO LTD

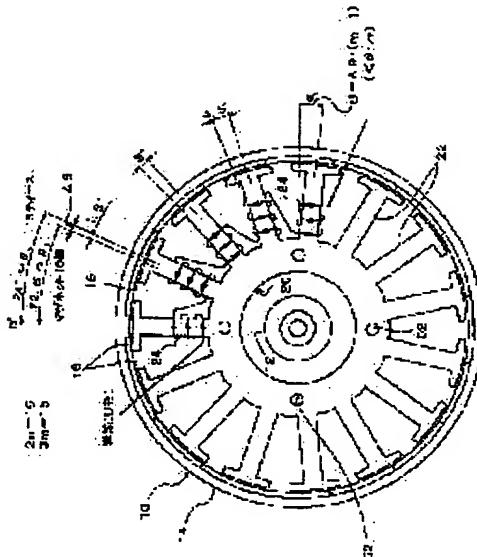
(22)Date of filing : 08.10.1999 (72)Inventor : MORIMATSU MASAKI

(54) THREE PHASE MAGNET GENERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a three phase magnet generator being driven through an internal combustion engine in which the size of a drive engine can be reduced by reducing drive torque, power generation efficiency can be enhanced by making smooth the output voltage waveform, a small sized or high output generator can be realized by reducing the self power generation or employing a high density coil, and the size and cost of a smoothing capacitor can be reduced by lowering the peak voltage.

SOLUTION: The number of teeth of a stator wound with a power generation coil is set at $3m$ (m is a positive integer) and the number of poles of a permanent magnet secured to the rotor is set at $2n$ (n is a positive integer). The number of teeth $3m$ and the number of poles $2n$ are set such that $2n/m$ is not an integer so that the voltages induced in a plurality of teeth forming the same phase voltage have the same polarity and a phase shift. Preferably, the permanent magnet secured to the rotor is a neodymium/iron/boron magnet. When the number of teeth is $3m$, the coils are wound while arranging the polarity of voltage induced in each coil by reversing the winding direction such that coils of the same phase are continuous to m ties continuous in the circumferential direction of the stator and each teeth corresponds to the polarity change of a facing permanent magnet.



[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

547618 JP01 (3821)
引例 1.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-112226

(P2001-112226A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) Int.Cl.⁷
H 02 K 21/22
1/27
3/18

識別記号
502

F I
H 02 K 21/22
1/27
3/18

テマコード⁸ (参考)
B 5 H 6 0 3
5 0 2 A 5 H 6 2 1
P 5 H 6 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-288449

(22) 出願日 平成11年10月8日 (1999.10.8)

(71) 出願人 000191858

森山工業株式会社

静岡県周智郡森町森1450番地の6

(72) 発明者 森松 真佐記

静岡県周智郡森町森1450番地の6 森山工業株式会社内

(74) 代理人 100082223

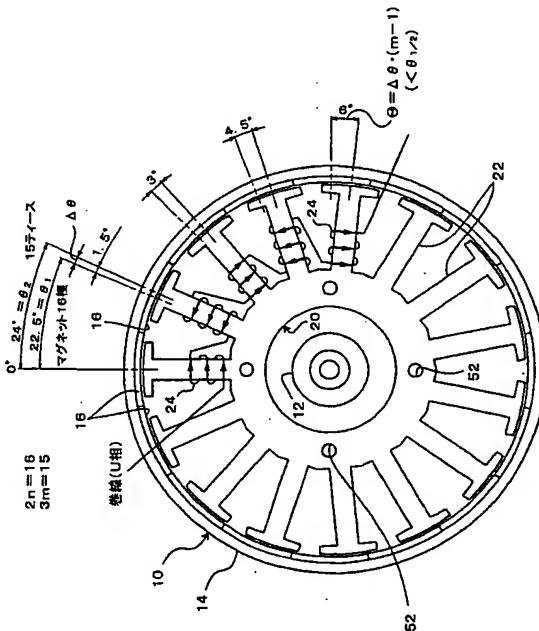
弁理士 山田 文雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 3相磁石発電機

(57) 【要約】

【課題】 内燃エンジンにより駆動される3相磁石発電機において、駆動トルクを減らして駆動エンジンの小型化を可能にし、また出力電圧波形を滑らかにして発電効率の向上を可能にし、自己発電量を減らすことによりコイルを高密度化して小型化あるいは高出力化を可能にし、さらにピーク電圧を下げることにより平滑用コンデンサの小型化・低価格化を可能にする。

【解決手段】 発電コイルを巻いたステータのティース数を $3m$ (m は正の整数) とし、ロータに固定した永久磁石の磁極数を $2n$ (n は正の整数) として、 $2n/m$ が整数にならないようにティース数 $3m$ および磁極数 $2n$ を設定し、同一相電圧を形成する複数のティースの誘起電圧が同一極性でかつ位相がずれるようにした。ロータに固定する永久磁石はネオジム・鉄・ホウ素磁石が好適である。ティース数が $3m$ の場合には、同一相のコイルはステータの周方向に連続する m 個のティースに連続してかつ各ティースが対向する永久磁石の極性変化に対応して巻線方向を逆にして各コイルの誘起電圧の極性を揃えて巻く。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃エンジンにより駆動される3相磁石発電機において、発電コイルを巻いたステータのティース数を $3m$ (m は正の整数) とし、ロータに固定した永久磁石の磁極数を $2n$ (n は正の整数) として、 $2n/m$ が整数にならないようにティース数 $3m$ および磁極数 $2n$ を設定し、同一相電圧を形成する複数のティースの誘起電圧が同一極性でかつ位相がずれるようにしたことと特徴とする3相磁石発電機。

【請求項2】 ロータに固定する永久磁石はネオジム・鉄・ホウ素磁石である請求項1の3相磁石発電機。

【請求項3】 同一相のコイルは、ステータの周方向に連続する m 個のティースに連続してかつ各ティースが対向する永久磁石の極性変化に対応して巻き方向を逆にして巻かれている請求項1または2の3相磁石発電機。

【請求項4】 $|2\pi/2n - 2\pi/3m| \times (m-1)$ が $\pi/2n$ を越えないように磁極数 $2n$ およびティース数 $3m$ が設定されている請求項3の3相磁石発電機。

【請求項5】 ティース数 $3m$ が奇数である請求項3または4の3相磁石発電機。

【請求項6】 ティース数 $3m$ が偶数であり、同一相のコイルは、ステータの周方向に連続する $m/2$ 個のティースと対称位置の $m/2$ 個のティースとに連続してかつ各ティースが対向する永久磁石の極性変化に対応して巻き方向を逆にして巻かれている請求項1または2の3相磁石発電機。

【請求項7】 $|2\pi/2n - 2\pi/3m| \times (m/2-1)$ が $\pi/2n$ を越えないように磁極数 $2n$ およびティース数 $3m$ が設定されている請求項6の3相磁石発電機。

【請求項8】 ティース数 $3m$ が9の倍数 $3 \times 3 \times s$ であり、同一相のコイルは、ステータの周方向に s 等分した対置の連続する m/s 個のティースに連続してかつ各ティースが対向する永久磁石の極性変化に対応して巻き方向を逆にして巻かれている請求項1または2の3相磁石発電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、内燃エンジンにより駆動される3相磁石発電機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 永久磁石を固定したロータを内燃エンジンにより回転し、この永久磁石が形成する回転磁界がステータコイルを切ることによりステータコイルに電圧を誘起させる磁石発電機が公知である。この場合ロータの回転方向(周方向)に配列する永久磁石の磁極数は、周方向に同数のN極とS極が等間隔に配置されなければならないから、 $2n$ 個となり、また3相発電機ではステータコアのティース数 P は $3m$ となる。ここに n 、 m は正

の整数である。

【0003】 従来のものは $n=m$ としていた。すなわちロータの磁極数 M を $2n$ とした時には、ステータコアのティース数 P を $3m=3n$ としていた。例えば磁極数 M とティース数 P を、 $n=6$ の時には $M=12$ 、 $P=18$ とし、 $n=8$ の時には $M=16$ 、 $P=24$ としていた。

【0004】 図11は $n=m=6$ すなわち $M=12$ 、 $P=18$ とした従来の磁石発電機の構造を一部断面して示す正面図(A) とその断面図(B) である。この図11において符号10はロータであり、エンジンのクラシク軸(図示せず)に固定されるボス部12と、このボス部12のフランジに固定された略碗状のカップ部14と、このカップ部14の内周面に固定された環状の永久磁石16とを持つ。この永久磁石16は周方向に交互に $2n$ の極性に着磁される。この従来例のものは $n=6$ であり、磁極数 M は $2n=12$ となっている。

【0005】 20はステータであり、けい素鋼板の薄板を積層したステータコア(鉄心)のティース(磁極)22にコイル24を巻き付けたものである。このステータ20は18個のティース22を持ち、この場合 $3 \times m=18$ から、 $m=6$ となる。コイル24はU相、V相、W相を持ち、各相のコイルは3個おきのティース22に連続して巻かれている。この場合同じ相のコイル24を巻く3個おきのティース22は、同じ極性の磁石16に同じ電気角で対向する。このように同一相のティース22が同じ極性の磁石16に同じ電気角で対向するためには、 $n=m$ とするか、少なくとも n を m の整数倍とする必要があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 このような従来の発電機では、同じ相のコイル24を巻いた m 個(6個)のティース22が m 個(6個)の永久磁石16に対して同じ位相で対向した状態で発電されるので m 個(6個)のティースの各々に発生する高調波が同一位相で積み重なった状態になり、出力波形の歪みが強調されることになる。このためある一定の出力を出す場合にロータ10の駆動トルクが増大する。

【0007】 一方近年永久磁石の性能が向上し、高い最大磁気エネルギー積を持つネオジム・鉄・ホウ素磁石が知られるようになった。このような強力な磁力を用いる場合には、この駆動トルクの変動も著しく大きくなる。このように駆動トルクの変動が大きくなると、内燃エンジンで駆動する場合にエンジンに加わる負荷変動が大きくなる。このため特にエンジンの駆動馬力すなわち出力を大きくする必要が生じ、エンジン発電機とした場合にはエンジンが大型化する。また各相のコイルは同じ電気角で直列に接続されているので、発電電圧は大きくなるが、出力電圧波形が滑らかでなく、高調波成分を多く含むために発電効率が低くなる。

【0008】 このため発電機の自己発熱量が多くなり、

発電機の寸法を大きくせずに発電出力を増大させることができないという問題があった。さらに各相の出力電圧波形に激しい乱れがあり、急峻なスパイク状の波形を多く含むためピーク電圧が高くなり、出力電圧を平滑するために用いるコンデンサは耐圧の高いものとする必要が生じ、コンデンサの大型化と高価格化を招くという問題もあった。このような問題はネオジム・鉄・ホウ素磁石を用いた場合に特に顕著となる。

【0009】この発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、駆動トルクを減らして駆動エンジンの小型化を可能にし、また出力電圧波形を滑らかにして発電効率の向上を可能にし、自己発電量を減らすことによりコイルを高密度化して小型化あるいは高出力化を可能にし、さらにピーク電圧を下げるにより平滑用コンデンサの小型化・低価格化を可能にすることができる3相磁石発電機を提供することを目的とする。

【0010】

【発明の構成】この発明によればこの目的は、内燃エンジンにより駆動される3相磁石発電機において、発電コイルを巻いたステータのティース数を $3m$ (m は正の整数)とし、ロータに固定した永久磁石の磁極数を $2n$ (n は正の整数)として、 $2n/m$ が整数にならないようにティース数 $3m$ および磁極数 $2n$ を設定し、同一相電圧を形成する複数のティースの誘起電圧が同一極性でかつ位相がずれるようにしたことを特徴とする3相磁石発電機、により達成される。

【0011】ロータに固定する永久磁石をネオジム・鉄・ホウ素磁石とした場合には、この発明の効果が特に顕著である。ティース数が $3m$ の場合には、同一相のコイルはステータの周方向に連続する m 個のティースに連続してかつ各ティースが対向する永久磁石の極性変化に対応して巻線方向を逆にして各コイルの誘起電圧の極性を揃えて巻けばよい。

【0012】この場合 $|2\pi/2n - 2\pi/3m| \times (m-1)$ が $\pi/2n$ を越えないようにするのがよい。ここに $2\pi/2n$ は1つの永久磁石の中心間の角度(以下単に永久磁石の角度、ピッチ角ともいう) θ_1 、 $2\pi/3m$ は隣接するティースの中心間の角度(以下単にティース間の角度、ピッチ角ともいう) θ_2 であり、 m 個のティースが連続することによって生じる永久磁石とティースとの位相差は $|\theta_1 - \theta_2| \times (m-1) = \theta$ となる。従ってこの位相差 θ が、永久磁石の幅内に入るための条件を、位相差 θ が永久磁石の角度($2\pi/2n$)の半分以内に入るものとすれば、 $\theta < \pi/2n = \theta_1/2$ となるものである。

【0013】ティース数が奇数の場合には同相のコイルを巻く m 個のティースは周方向に連続させる必要があるが、偶数の場合には同相のコイルを $m/2$ 個ずつに2組に分けてよい。同相にティース数 $3m$ が9の倍数($9 \times s$ 、ここに s は正の整数)の時には周方向に s 等分し

た位置の M/s 個の連続したティースに同相のコイルを巻くことにより構成可能である。

【0014】

【実施態様】図1は本発明の一実施態様を示すエンジンに組んだ状態を示す断面図、図2はその発電機の部分を示す正面図である。なお図2では前記図1-1で説明したものと同一部分に同一符号を付したので、その説明は繰り返さない。またその断面図は図1-1の(B)とほぼ同一になる。

【0015】図1において符号30はクランク軸であり、左右割りのクランクケース32に軸支されている。34は軸受であり、図示しない他の軸受と共にこのクランク軸20を軸支する。クランク軸30は左右一対のクランクウェブ36、38をクランクピン40で結合したものであり、このクランクピン40にはニードル軸受42によってコンロッド44の大端部が保持されている。このコンロッド44の小端部にはピストン(図示せず)が保持され、このピストンはシリンダ46内を上下動する。

【0016】クランク軸30はクランクケース32から突出し、この突出部分に3相磁石発電機48が装着される。この発電機48はクランクケース32に固定されたステータ20と、クランク軸30に固定されたロータ10を持つ。ステータ20は、クランクケース32に固定されたステータホルダ50にボルト止めされる。すなわちステータコアに設けた4個のボルト孔52(図2参照)にボルトを通して固定される。ロータ10は、ボス部12をクランク軸30に形成したテーパ面に嵌合され、キー結合されている。なお54はロータ10に固定されたファン、56はこのファン54を覆うカウリングであり、このファン54によりエンジン冷却風がシリンダ46の周囲に送られ、エンジンが強制空冷される。

【0017】この実施態様ではネオジム・鉄・ホウ素永久磁石16を用いて $2n = 16$ 極とし、またティース22を15個すなわち $3m = 15$ としたものである。従って $n = 8$ 、 $m = 5$ である。この場合磁石16間の角度すなわちピッチ角 θ_1 は、 $\theta_1 = 2\pi/2n$ (ラジアン) = 22.5° である。またティース22の間の角度すなわちピッチ角 θ_2 は、 $\theta_2 = 2\pi/3m$ (ラジアン) = 24° である。 m 個(=5個)の連続するティース22に同一相のコイル24が巻かれる。ここでは隣接するティース22が交互に異なる極性の磁石16に対向しているから、5個のコイル24は交互に逆方向に巻かれ、各コイル24の誘起電圧の極性を揃えている。

【0018】また5つのティース22の間でティース2が磁石16からずれる位相 $\Delta\theta \times (m-1) = \Delta\theta \times 4$ は 6° であるから、この角度 6° が磁石16から外れないようにするため、磁石16の角度(ピッチ角) θ_1 の半分 $\theta_1/2$ よりも小さくなるようにしている。すなわち $\Delta\theta \times 4 < \theta_1/2$ とした。この結果各コイル24

の誘起電圧を十分大きくすることが可能になる。

【0019】

【他の実施態様】図3は他の実施態様を示す発電機の正面図である。この図3において前記図11と同一部分には同一符号を付したのでその説明は繰り返さない。

【0020】この実施態様はネオジム・鉄・ホウ素磁石16を用いて $2n=16$ 極とし、またティース22を18個すなわち $m=18$ としたものである。従って $n=8$ 、 $m=6$ である。この場合には、磁石16間の角度(ピッチ) θ_1 は $\theta_1=2\pi/2n$ (ラジアン) = 22.10 °であり、ティース22の角度(ピッチ角) θ_2 は、 $\theta_2=2\pi/3m$ (ラジアン) = 20 °である。

【0021】ティース22は2の倍数であるため、ここでは同相(図3ではU相)のコイル24は2組に分けられている。すなわち $m/2=3$ 個ずつの対称位置の2組に分けられ、各組は3つの連続するティース22にコイル24が連続して巻かれている。ここに隣接するティース22は異なる極性の磁石16に対向するから、その巻き方向を交互に逆にして、各コイル24の誘起電圧が互いに逆向きにならないようにしている。この実施態様では $3 (=m/2)$ 個のティース22が3個の磁石16からずれる角度すなわち位相差 θ は、 $\theta=\Delta\theta\times(m/2-1)=\Delta\theta\cdot2$ となる。従って $\theta=\Delta\theta\cdot2<\theta_1/2$ となるようにしたものである。

【0022】

【実験例】図4は本発明の一実施態様による出力電圧波形の歪みを従来装置と比較して示す図である。ここでは本発明の実施態様として前記図3に示した16極-18ティースのものを用い、従来装置として図11に示す12極-18ティースのものを用いた。

【0023】この図4で(A)は本発明による相電圧 V_1 および相間電圧 V_2 を示す。(B)は従来装置による相電圧 V_1 および相間電圧 V_2 を示す。(C)は回路図を示し、相電圧 V_1 と相間電圧 V_2 の検出位置を示す。図4の(B)から明らかなように、従来装置によれば出力電圧波形 V_1 、 V_2 は歪みが大きいばかりでなく、多くの急峻なスパイク状の波形を含み、多くの高調波成分を含むことが解る。一方同図(A)から明らかなように、本発明によれば電圧波形 V_1 、 V_2 は滑らかで歪みが少なく、高調波成分が少ないことが解る。

【0024】図5および図6はコンピュータによるシミュレーション解析により得た相電圧波形を示す図であり、図5は前記図4と同様な本発明の実施態様(16極-18ティース)のものを、図6は従来装置(12極-18ティース)のものを示す。これらの図5、6から、本発明によれば基本波(1次)、3次高調波、5次高調波の振幅を抑えて合成波の波形歪みを少なくできることが解る。

【0025】図7および図8は同様にコンピュータによるシミュレーション解析により得た相間電圧波形を示す

図であり、図7は前記図5の相電圧に基づいて作られ、図8は前記図6の相電圧に基づいて作られたものである。

【0026】図9は駆動馬力と電気出力と効率を本発明の実施態様(16極-18ティース、図では新規品と示されている)と従来装置(12極-18ティース、図では従来品と示されている)について比較して示す図である。この図から明らかに本発明によれば、駆動馬力は下がり、効率は回転数全域で約10%向上していることが解る。

【0027】図10は温度特性を示す図であり、ステータコイル温度とステータを固定するステータホルダ50(図1参照)の温度との差 ΔT (°C)を回転速度(rpm)の変化に対して測定したものである。この図10から、本発明によればコイル温度は従来装置に比べて大幅に下がり、回転数全域で約40%下がることが解る。このためステータコイルの密度を上げてステータおよびロータを小型化する余地が生まれ、逆に同一寸法の発電機で出力を増大させることができる。

【0028】

【他の実施態様】以上の実施態様は永久磁石16にネオジム・鉄・ホウ素磁石を用いたものであるが、本発明は希土類やフェライト等の他の永久磁石を用いたものを含む。また前記の実施態様は、ロータがステータの外側で回転するアウターロータ型のものであるが、ロータが環状に形成されたステータの内径側で回転するようにしたインナーロータ型のものであってもよく、本発明はこれを含む。

【0029】

【発明の効果】請求項1の発明は以上のように、永久磁石の極数を $2n$ 、ステータのティース数を $3m$ とし、 $2n/m$ が整数にならないようにすると共に、同一相電圧を形成する複数のティースの誘起電圧が同一極性でかつ位相がずれるようにしたものであるから、ロータの駆動トルクを減らすことができる。このため駆動エンジンに必要な最小トルクが小さくなるからエンジンの小型化が可能になる。

【0030】また複数のティースの誘起電圧を位相を少しづつずらして重複することにより、高調波ロス(3次、5次、7次高調波ロス)を互いに打ち消させて出力波形を滑らかにし、発電効率を向上させることができる。発電効率が向上すれば駆動馬力を減らしたり、逆に同一のエンジンで得られる出力電力を増大させることができる。

【0031】効率向上に伴い発熱量が減少し、また発電効率の向上に伴い余分な発電出力を下げることが可能になるから、1コイルの巻線を太径として巻数を少なくすることができ、コイルの銅損が減り、さらに発熱量は一層減少する。このため発電機の小型化あるいは高出力化が可能になる。さらに各相の出力波形は滑らかで正弦波

に近くなるから、波形のピーク電圧値が低くなり、平滑用コンデンサを耐圧の低いものとすることができます、コンデンサの小型化、低価格化が可能になる。

【0032】この発明は最大エネルギー積が大きいネオジム・鉄・ハウ素磁石を用いた時に特に効果が大きい（請求項2）。同相のコイルはm個の連続するティースに連続して、かつ各ティースの誘起電圧の極性が同一になるように巻いたものとすることができます（請求項3）。この場合には、磁石のピッチ角 $\theta_1 = 2\pi/2n$ と、ティースのピッチ角 $\theta_2 = 2\pi/3m$ との差 $\Delta\theta = |\theta_1 - \theta_2|$ の積算値 $\Theta = \Delta\theta \cdot (m-1)$ が磁石のピッチ角 θ_1 の $1/2$ を越えないようにすれば、各ティースの誘起電圧を十分大きく保って各相の出力電圧を大きくすることができます（請求項4）。このようなものはティース数3mが奇数の場合に好適である（請求項5）。

【0033】ティース数3mが偶数の時には、同一相のコイルを巻いたティースを $3m/2$ 個ずつの2組に分けることができ、またティース数3mが9の倍数（ $3 \times 3 \times s$ ）の時には同一相のティースをs組に分けることができる（請求項6、8）。これらの場合にも、1組のティースにより生じるティースと磁石の位相差 θ 、すなわち磁極のピッチ角 θ_1 とティースのピッチ角 θ_2 の差 $\Delta\theta$

の $(m/2-1)$ 倍、あるいは $(m/3-1)$ 倍が $\pi/2n$ を越えないようになります（請求項7）。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様をエンジンに組込んだ状態を示す断面図

【図2】その発電機部分を示す正面図

【図3】他の実施態様を示す正面図

【図4】出力波形の歪みを示す図

【図5】相電圧波形を示す図

【図6】相電圧波形を示す図

【図7】相間電圧波形を示す図

【図8】相間電圧波形を示す図

【図9】効率等を示す図

【図10】温度特性を示す図

【図11】従来装置の正面図と断面図

【符号の説明】

10 ロータ

16 永久磁石

20 ステータ

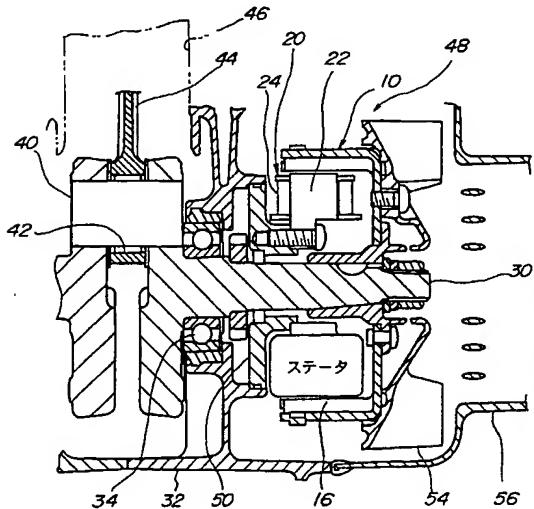
22 ティース

24 コイル

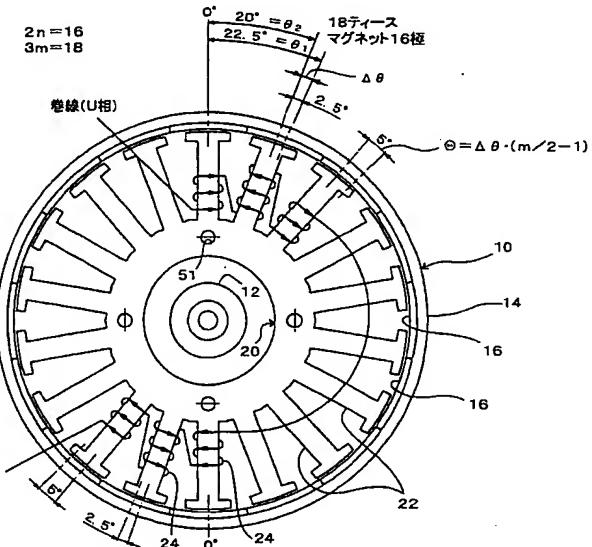
30 クランク軸

48 3相磁石発電機

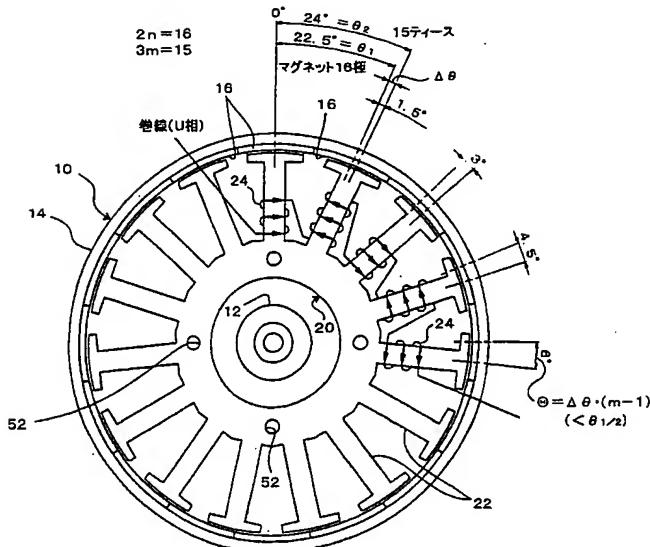
【図1】



【図3】

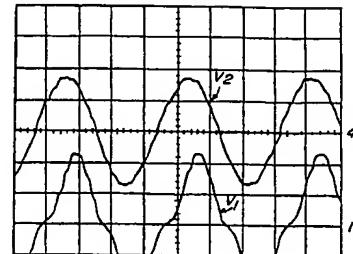


【図2】

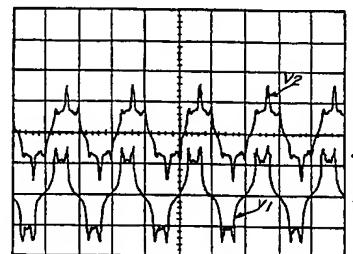


【図4】

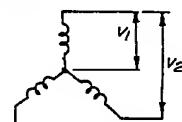
(A) 本発明による装置の出力波形



(B) 従来装置の出力波形

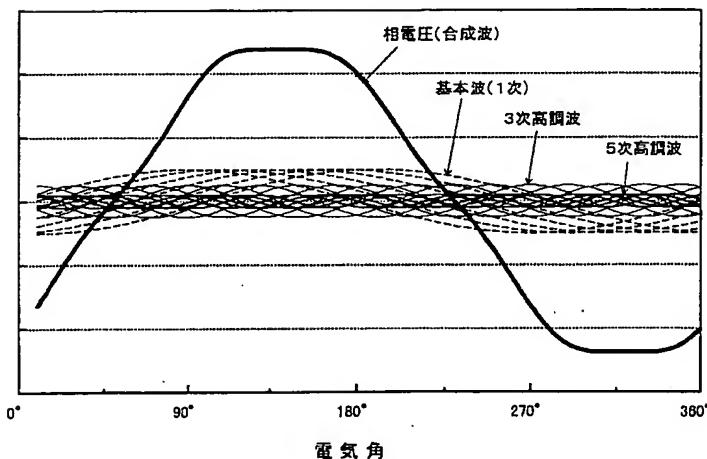


(C) 回路図



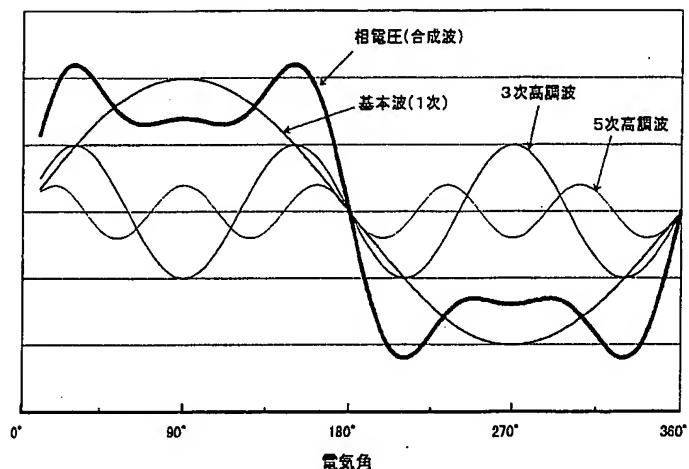
【図5】

三相 新規品 16-18P 相電圧波形モデル



【図6】

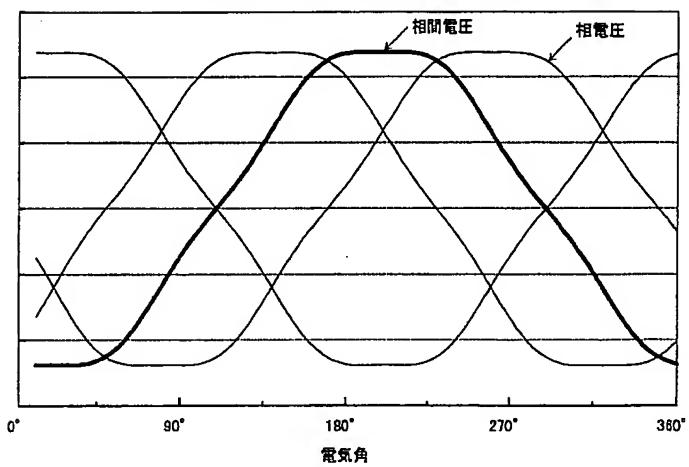
三相 従来品12-18P 相電圧波形モデル



電気角

【図7】

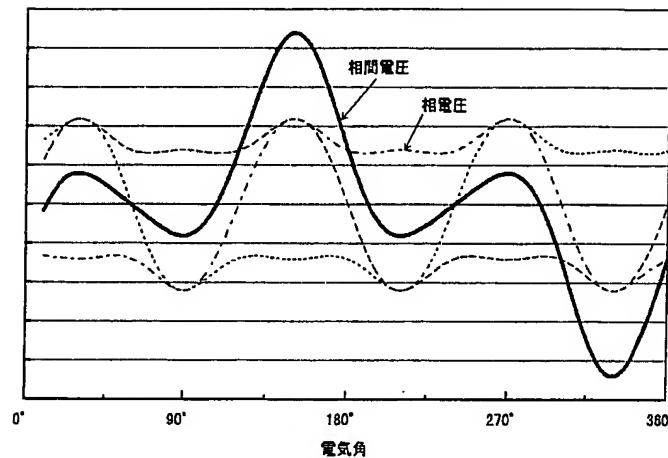
三相 新規品16-18P 相間電圧波形モデル



電気角

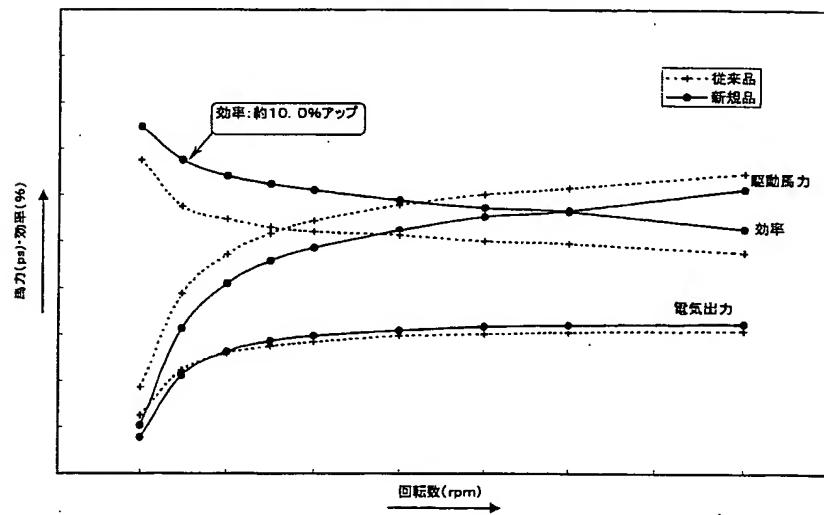
【図8】

三相 従来品12-18P 相間電圧波形モデル

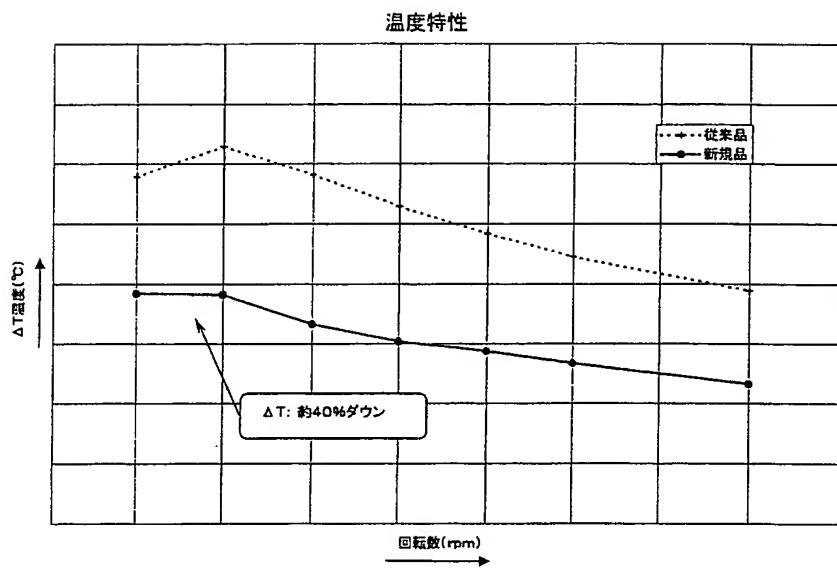


【図9】

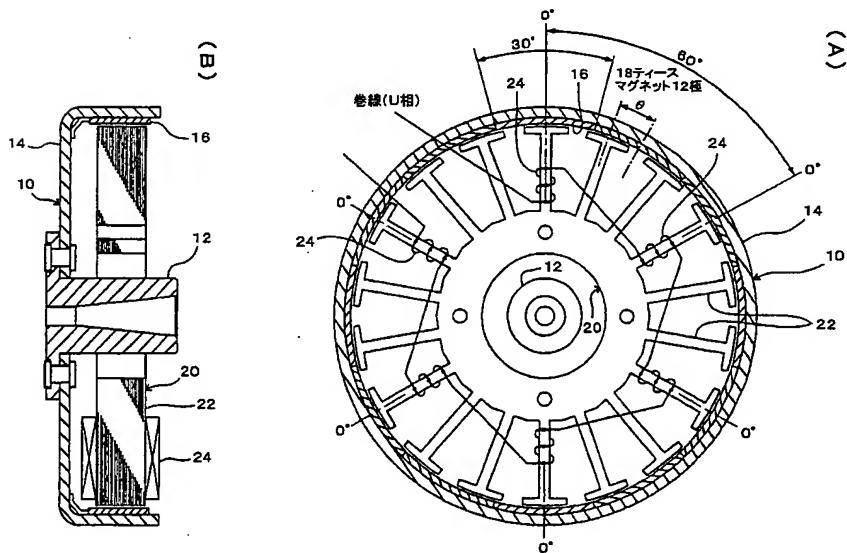
駆動馬力・電気出力・効率



【図10】



【図11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H603 AA01 BB02 BB07 BB10 BB13
CA01 CA05 CB05 CC04 CC11
CC17 CD02 CD08 CD21 CD32
5H621 BB07 BB10 GA01 GA04 GA15
GA16 GB11 HH05 JK02 JK08
JK15 JK17 PP05
5H622 AA03 CA02 CA05 CA10 CB05
DD02 PP05 PP17 PP19